

БИОМОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗАПАДНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Далелова А.М.¹, Фронтасьева М.В.², Омарова Н.М.¹

aidony@list.ru

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

²Государственный университет «Дубна», Дубна, Россия

Магистрант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель - Н.М.Омарова

В настоящее время, вследствие недостаточно продуманной стратегии природопользования, экстенсивного развития хозяйства, бурного вторжения в нашу жизнь стихийного рынка, продолжают процессы деградации природной среды Республики Казахстан. Наиболее яркие ее проявления – опустынивание территорий, истощение водных ресурсов, загрязнение атмосферы, активизация опасных стихийных явлений. Во многих районах Казахстана положение обострилось настолько, что если своевременно не принять действенных мер, то можно упустить из-под контроля возможность прогнозирования и управления развитием экосистемы. Последствия дестабилизации природной среды опасны и для здоровья человека. В экологически кризисных районах они уже проявляются [1].

В условиях уязвимой, неустойчивой к техногенным воздействиям природной среды в Казахстане образовалось несколько регионов, отличающихся ярко выраженным характером загрязнения. Так, например, на территории Западного Казахстана – хромовая и никелевая провинция. При этом основными загрязнителями атмосферы являются предприятия энергетики, черной и цветной металлургии, угольной и нефтяной промышленности, не говоря уже об автотранспорте, на долю которого приходится почти 80% всех производимых в атмосферу выбросов. Всё это представляет серьезную проблему, требующую срочного и активного вмешательства, как на научно-исследовательском, так и на административном уровне.

Защита окружающей среды от вредного антропогенного воздействия предполагает два главных направления деятельности: контроль и управление. Мониторинг должен обеспечить выполнение первой из них: организацию постоянного наблюдения за состоянием окружающей среды [2].

29 января 2014 года в Париже на 27-й сессии Целевой группы по растительности состоялась передача функций координационного центра Международной программы мониторинга и оценки воздействия загрязнителей воздуха на растительность от Великобритании к России – в Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ). Было отмечено, что Конвенция ООН по трансграничному дальнему переносу воздушных загрязнений особенно заинтересована в расширении Программы ООН на Кавказ (Армения, Азербайджан, Грузия), Казахстан и страны Центральной Азии в будущем.

Целью данной работы заключается в разработке метода количественной оценки загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами и другими химическими элементами, пригодного для изучения как регионального, так и локального загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами, в том числе для оценки влияния точечных источников загрязнения.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

- собрать образцы мхов на территории Заподно – Казахстанской Республики;
- выявить накопление тяжелых металлов во мхах- биомониторах;

- сопоставить результаты анализов, полученных методами нейтронно-активационного анализа (НАА) и атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС ИСП);
- определить степень регионального загрязнения тяжелыми металлами;
- сравнить элементный состав поверхностного слоя почвы и мхов для разделения почвенных и атмосферных компонентов загрязнения;

Пробоотбор производился осенью 2017 года на территории Западно - Казахстанской области (по 9 образцов из г.Актобе и г.Атырау, 10 образцов из г.Актау). Пробоотбор был проведен в рамках Программы ООН по воздуху Европы (UNECE ICP Vegetation в соответствии с Инструкцией).

Мхи, ввиду особенностей их строения, эффективно концентрируют следовые элементы из воздуха и осадков. Они служат аналогами аэрозольных фильтров и являются живыми системами, элементный состав которых хорошо отражает состояние атмосферы. С точки зрения их распространённости, доступности и лёгкости пробоотбора они представляют собой универсальные объекты для исследования [4]. Многоэлементный НАА был выбран в качестве основного аналитического инструмента, как нельзя лучше подходящего для решения этой задачи.

При пробоподготовке мох очищался от опавшей листвы, хвои и древесного мусора и почвы. Для анализа оставлялась только зеленая часть мха. На рис. 1 показаны карты точек пробоотбора.



Рисунок 1. Карта точек пробоотбора (осень - 2017 г.)

Для выявления различных типов источников загрязнения, которые оказывают воздействие на исследуемую территорию, необходимо определение как можно большего числа химических составляющих. Необходимо отметить, что концентрация каждого элемента рассчитывалась по активности соответствующего изотопа и среднему соотношению изотопов в природной смеси [4].

Анализ содержания тяжелых металлов проб мхов–биомониторов также проводился на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (АЭС ИСП) ICPE-9000 фирмы Shimadzu, поскольку не все тяжелые металлы могут быть определены с помощью НАА, в частности Ag, Cu, Cd и Pb [4].

АЭС ИСП – это разновидность атомной эмиссионной спектроскопии, отличающаяся высокой чувствительностью и способностью определять ряд металлов и нескольких неметаллов в концентрациях до $10^{-7}\%$. Метод основан на использовании индуктивно-связанной плазмы в качестве источника атомизации. С помощью данного метода в настоящем исследовании определялись Ag, Cu, Cd и Pb.

Поскольку, для работы на ICPE-9000 образцы должны быть в жидком состоянии и не содержать органических веществ, они подверглись разложению с помощью MDS-10 согласно условиям, выбранным коллективом исполнителей [3]. Применение микроволновой системы

разложения даёт возможность уменьшить время процесса разложения, а также сократить затраты химических реагентов и повысить эффективность стадии разложения.

Для достижения максимально точных результатов анализа отбор проб для дальнейшей пробоподготовки мхов проводилась по методу квартования.

Результаты

Для контроля полноты вскрытия проб был проведен анализ трех стандартных образцов мхов. В таблице №1 приведены некоторые металлы, которые могут быть определены с помощью метода АЭС ИСП, в том числе и Cu и Pb.

Таблица 1 - Сравнение концентраций тяжелых металлов, полученных с помощью метода АЭС ИСП со стандартными значениями

Стандарт	Элемент	С в стандарте	С эксп.	размерность
1570a	Zn	99±20	82±10	мг/кг
1633b	Ni	112±10	121±20	мг/кг
1633b	Pb	54±7	68±8	мг/кг
667	Cu	48±6	60±10	мг/кг
667	Cr	172±20	178±20	мг/кг
1570a	Co	29±5	23±4	мг/кг

Из предоставленных диаграмм видно, что на территории Западного Казахстана распределены очень высокие концентрации тяжелых металлов, таких как Ni, Pb, Cr. Это обуславливается тем что именно эта область является крупным промышленным регионом Казахстана. Имеются крупные месторождения хромитовых (1-е место в СНГ), никель-кобальтовых руд, фосфорита и др.

Сопоставляя исследуемые три территории Западного Казахстана отличается от остальных регионов Казахстана неблагоприятной обстановкой, тем что на данном регионе располагаются крупные нефтегазовые и горнодобывающие промышленные предприятия. Например, В Актюбинской области находятся: второе по величине в мире Южно-Кемпирсайское месторождение хромовых руд, крупные заводы никелевых, хромовых соединений и ферросплавов. В соседней Атырауской области Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение, выбрасывает в атмосферу соединения содержащие свинец, кадмий, цинк, железо, кобальт, ванадий, загрязняя почву, растительность, сельхозпродукты и водные источники.

В результате всей производственной деятельности на территории Западного Казахстана по полученным данным мы видим что выделяются наиболее высокие концентрации тяжелых металлов, распространяющиеся на значительное расстояние и накапливающиеся в объектах окружающей среды.

Таблица 2 - Сравнительный анализ мхов РК с другими странами

Казахстан 2017			Грузия 2014		Норвегия (в качестве фоновой территории)	
№ образца	n=28		n=16		n=100	
Элемент	Среднее	Область Смин-Смах	Среднее	Область Смин-Смах	Среднее	Область Смин-Смах
²⁴ Na	4922	1841-10460	721	268-1990	nd	nd

²⁷ Mg	16075	5655-38450	4410	2720-11600	1730	940-2370
²⁸ Al	3551	782-5965	5195	2450-20800	200	67-820
³⁸ Cl	1807	683-5328	225	140-465	nd	nd
⁴² K	24440	5975-18950	5875	3080-9040	nd	nd
⁴⁹ Ca	11133	8050-28600	11800	7140-15300	2820	1680-5490
⁵¹ Ti	1182	307-2610	547	216-2070	23,5	12,4-66,4
⁵² V	23	6,5-64,9	11,8	6,2-54,0	0,92	0,39-5,1
⁵⁶ Mn	303	122-788	158	70-592	256	22-750
⁷⁶ As	1,8	0,6-4,2	0,88	0,33-2,87	0,093	0,02-0,505
⁸² Br	30	15,2-55,2	4,55	2,3-9,8	4,5	1,4-20,3
⁹⁹ Mo	0,34	0,64-1,4	0,35	0,24-0,77	0,135	0,065-0,7
¹¹⁵ Cd	0,2	0,04-0,84	0,25	0,12-0,56	0,058	0,025-0,171
¹⁴⁰ La	4,15	0,09-8,75	59,28	18,8-138	17,1	5,6-50,5
¹⁵³ Sm	4,23	1,7-9,4	2,13	0,92-6,28	0,189	0,45-2,56
¹⁸⁷ W	2,9	1,7-6,2	0,43	0,03-0,94	0,33	0,05-1,34
¹⁹⁸ Au	0,004	0,003-0,08	0,13	0,06-0,27	0,127	0,009-1,23

Сравнительный анализ содержаний определённых химических элементов по странам Казахстан - Норвегия (табл. 2) показал наличие повышенных концентраций многих тяжелых металлов (Cd, Mg, Sm, Ti, Al, V, As, Mo, Ca и так далее) в воздухе, из-за состояния промышленного загрязнения исследуемых территорий Норвегия считается эталоном и экологически чистым регионом Европы. Грузия относится к Передней Азии и Ближнему Востоку. Казахстан – государство в Центральной Азии.

Впервые метод биомониторинга воздушных выпадений тяжелых металлов с помощью мхов был опробован на области Западного Казахстана.

В данной работе, посвященной оценке воздушного загрязнения на территории РК, образцы мхов были собраны из 28 точек западной части РК в осенний период 2017 года. В исследовании была применена комбинация двух аналитических методов – НАА и атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. В каждом образце были определены концентрации до 45 химических элементов.

Был проведён объемный анализ статистики по полученным результатам с целью оценки разных типов источников загрязнения в исследуемом регионе.

Была сделана описательная статистика из 28 проанализированных проб мхов (n=28). Средние показатели, а также интервалы минимальных-максимальных концентраций элементов сравнивались с результатами, которые были получены в Грузии и Норвегии.

Статистические и графические методы обработки полученных данных позволили определить естественное и антропогенное происхождение повышенных содержаний ряда токсичных элементов в воздухе. Происхождению таких элементов, как Cr, Fe, Ni, Co, Pb, V, W, Al и Zn и соответствует самый ярко выраженный антропогенный характер.

Несомненно, такая концентрация объектов металлургии, химической, нефтегазовой и горнодобывающей промышленности в одной географической зоне не может не влиять на состояние здоровья населения, проживающего на территории данного промышленного узла.

Казахстан, претворяя в жизнь «Стратегию 2030», «Концепцию перехода к устойчивому развитию на 2007-2024гг.» ставит целью долгосрочной экологической стратегии- гармонизацию взаимодействия общества и окружающей среды, а также создание экологически безопасной, благоприятной среды обитания [5]. На основании этой цели, можно говорить о необходимости увеличения площади пробоотбора и дальнейшего продолжения работ на всей территории Республики Казахстан с целью, детального изучения состояния атмосферы и будущей разработки и проведения более эффективных работ в

области экологизации производства, развитию природо-сберегающих технологий, особенно в ведущих отраслях промышленности.

Список использованных источников

1. Экологические проблемы Казахстана [Электрон. ресурс.] – 2016. – URL: <https://helpiks.org/8-53114.html> (25.12.2018)
2. Frontasyeva M.V., E. Steinnes (1995) Epithermal Neutron Activation Analysis of Mosses Used to Monitor Heavy Metal Deposition Around an Iron Smelter Complex, Analyst, May 1995, Vol. 120, p. 1437-1440.
3. Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Analytical Investigations at the IBR-2 reactor in Dubna. Preprint of JINR, E14-2000-177, Dubna, 2000 (submitted to the Proc. VIII Int. Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (Dubna, May 17-20, 2000)).
4. Rühling A. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe - estimations based on moss analysis. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Nord, 1994:9.
5. Назарбаев Н.А. Социально-экономическая модернизация - главный вектор развития Казахстана. // Послание Президента РК народу Казахстана от 28.01.2012.